Recharger les accus Ni - Mh avec un circuit intégré MAX712 .(partie 1)

Les anciens accumulateurs au nickel-cadmium (Ni-Cd) seront très vite remplacés par de nouveaux modèles au nickel-métal-hydrure (Ni-MH). Pour entretenir cette source d'alimentation fort pratique, il faut un circuit intégré, référencé MAX712 qui, en plus de permettre une charge rapide, peut interrompre le courant, dès que l'accu est arrivé au maximum de sa capacité.

Si vous regardez quel type d'accus est installé dans les derniers téléphones portables, les caméscopes, les ordinateurs portables, les transceivers modernes ou dans les perceuses sans fils, les rasoirs électriques, etc., vous constaterez qu'il ne s'agit plus d'éléments au nickel-cadmium, Ni-Cd, mais de batteries d'un type nouveau, appelé Ni-MH pour nickelmétal-hydrure.
Par rapport aux anciens accus Ni-Cd, ces derniers présentent les avantages suivants :
- Ils ne sont pas polluants, car ils ne contiennent pas de cadmium, de plomb, de mercure ou de liquides corrosifs.
- Ils présentent une capacité supérieure de 40 %.
- Ils n'ont pas d'effet mémoire (à force de recharges successives avant décharges complètes, les accus Ni-Cd finissaient par ne plus tenir la charge du tout).
- Ils peuvent être rechargés en mode ultra rapide, en une heure ou même moins.
Chaque élément d'un accu Ni-MH, tout comme chacun des éléments Ni-Cd, délivre une tension de 1,2 volt.
Ainsi, pour obtenir une tension supérieure, il est nécessaire de relier en série plusieurs éléments comme cela est indiqué dans le tableau 1.
La capacité de ces accus au Ni-MH est toujours inscrite sur leur corps en mAh, comme vous pouvez le voir dans le tableau 2. Il est bon de le préciser car on aurait pu s'attendre, en atteignant des valeurs supérieures à 1 ampère, à lire des inscriptions en Ah.
Cette valeur en mAh (milliampère heure) permet de calculer en combien de temps l'accu se

déchargera en fonction du courant prélevé.
Pour connaître ce temps de décharge, il suffit de diviser la capacité en mAh par les mA que l'on prélève, en utilisant la formule suivante :

Temps en heure = mAh : mA consommés

TABLEAU 1 : Tension et nombre d'éléments.

tension accu	nombre de cellules
1,2 volt	1 élément
2,4 volts	2 éléments
3,6 volts	3 éléments
4,8 volts	4 éléments
6,0 volts	5 éléments
7,2 volts	6 éléments
8,4 volts	7 éléments
9,6 volts	8 éléments
10,8 volts	9 éléments
12,0 volts	10 éléments
13,2 volts	11 éléments
14,4 volts	12 éléments
15,6 volts	13 éléments
16,8 volts	14 éléments
18,0 volts	15 éléments
19,2 volts	16 éléments

Ainsi, si nous avons un accu de 1 500 mAh et que nous l'utilisons pour alimenter un circuit qui consomme 200 mA, la décharge sera atteinte en :

1 500 : 200 = 7,5 heures

Rappelez-vous que le nombre décimal placé après la virgule, ici 50, représente les centièmes d'heure. Ainsi, pour connaître le nombre de minutes exact, il faut effectuer l'opération suivante :

(50 : 100) x 60 = 30 minutes

TABLEAU 2 : Capacités des accus Ni-MH.

550 mAh	1 100 mAh	1 800 mAh
600 mAh	1 200 mAh	2 000 mAh
800 mAh	1 500 mAh	2 400 mAh

De ce fait, l'autonomie de cet accu sera de 7 heures et 30 minutes. Passé ce temps, il faudra le recharger.
Si nous utilisons ce même accu pour alimenter un circuit qui consomme 84 mA, celui-ci sera déchargé, en :

1 500 : 84 = 17,86 heures

(décimales arrondies).

Le chiffre 86 étant des centièmes d'heures, pour calculer les minutes, il faut utiliser la formule suivante :

(86 : 100) x 60 = 51 minutes.

Ainsi, notre accu aura une autonomie de 17 heures et 51 minutes, après quoi il faudra le recharger.

La recharge ultra-rapide des Ni-MH

Les accus Ni-MH peuvent se recharger en mode ultra-rapide, uniquement si l'on dispose d'un circuit qui permet d'interrompre automatiquement le courant aux bornes de l'accu, lorsque celuici est complètement chargé.
Pour résoudre le problème de la charge rapide des accus Ni-MH, la société MAXIM a mis sur le marché le circuit intégré MAX712 dont le schéma synoptique est donné en figure 1a et le brochage en figure 1b.

En utilisant ce circuit intégré, nous avons réalisé le chargeur visible à la figure 2.

Sur la gauche du panneau frontal, nous avons deux découpes dans lesquelles seront logées les LED rectangulaires qui indiquent les tensions de charge (en volts).

Pour changer la tension de charge, il suffit d'appuyer sur le poussoir P1 de "Select" jusqu'au moment où la LED qui se trouve en correspondance de la tension souhaitée soit allumée.

Ainsi, pour recharger un accu de 6 volts, il suffit d'appuyer le poussoir P1 jusqu'à l'allumage de la diode LED placée en face de la tension 6 volts.
Pour recharger un accu de 9 volts, la démarche est identique, il faut allumer la LED placée en face de 9,6 volts et pour un accu de 12 volts, la LED qui se trouve en face de 12 volts ou de 13,2 volts.

Si nous sélectionnons une tension inférieure par rapport à celle de l'accu concerné, nous ne réussirons jamais à le recharger. A l'inverse, si nous sélectionnons une tension supérieure, l'accu surchauffera.

A propos de température, rappelez-vous que même en rechargeant un accu avec une tension correcte, son corps atteindra toujours une température d'environ 40 à 50 °C.

Important
:
la tension présente sur les bornes de sortie est toujours mesurée avec un accu connecté et jamais à vide, car le circuit intégré, débite un courant en fonction de la charge appliquée sur la sortie.

Revenons au panneau frontal du coffret et nous voyons une deuxième découpe bien visible destinée aux LED indiquant le temps (voir Time), disposée de la façon suivante :

4 heures	24 minutes
3 heures	00 minute
2 heures	12 minutes
1 heure	30 minutes

1 heure	06 minutes
0 heure	45 minutes
0 heure	33 minutes
0 heure	22 minutes

Normalement, pour une recharge rapide, on utilise un temps de 1 heure et 30 minutes et pour le sélectionner, appuyez sur P2 de “Select”, jusqu’à ce que la LED en correspondance de 1,30 s’allume.
Après avoir sélectionné “Volt” et “Time”, il faut tourner le commutateur du courant de sortie sur une des quatre valeurs possibles :

0,5 - 1,0 - 1,5 - 2,0 ampères

La première valeur de 0,5 ampère est utilisée pour charger des accus de 550, 600 ou 800 mAh.
La seconde valeur de 1,0 ampère est utilisée pour charger des accus de 1 100 ou 1 200 mAh.

La troisième valeur de 1,5 ampère est utilisée pour charger des accus de 1 500 ou 1 800 mAh.
La quatrième valeur de 2,0 ampères est utilisée pour charger des accus de 2 000, 2 200 ou 2 400 mAh.
Il faut signaler que le circuit MAX712 tient constamment sous contrôle la charge de l’accu et dès qu’il détecte que celui-ci est chargé complètement, il interrompt le courant, indépendamment du temps imposé.

La diode LED DL1, placée sur le panneau avant sous l’inscription “Charge On”, joue le rôle de témoin de charge.
En phase de charge, elle est allumée mais dès que l’accu est complètement chargé, elle s’éteint et le circuit intégré cesse de fournir du courant. A ce propos, certains se demanderont alors à quoi sert la possibilité de régler le temps, vu que le circuit intégré interrompt la charge automatiquement lorsque l’accu est complètement chargé.
En effet, les heures et les minutes du temps ne représentent pas, comme on pourrait le penser, le temps de charge de l’accu mais le temps durant lequel le circuit intégré tient sous contrôle la charge de ce dernier.
Si on dépasse ce temps et que le circuit intégré se rend compte que l’accu n’est pas chargé (il peut être défectueux), la charge est bloquée, évitant ainsi une éventuelle surchauffe de l’accu en raison d’une recharge prolongée.
Ainsi, si nous sélectionnons un temps de 1 heure et 30 minutes, qu’à la sortie du chargeur nous plaçons un accu de 600 mAh et que pour sa charge nous choisissons un courant de 1,5 ampère, au lieu des 0,5 ampère normalement prévus, nous noterons qu’après 24 minutes, le témoin “Charge ON” s’éteint, parce que l’accu s’est complètement chargé.
Si nous choisissons, pour cet accu de 600 mAh, un courant de 0,5 ampère et un temps de 4 heures et 24 minutes, automatiquement, le circuit intégré interrompra la charge au bout d’environ 1 heure.

TABLEAU 3 : Capacité / Courant de charge.

Capacité des accus Ni-MH	Courant de charge recommandé
400-500-600-800 mAh	0,5 A = 500 mA
1.000-1.100-1.200 mAh	1,0 A = 1.000 mA
1.500-1.600-1.800 mAh	1,5 A = 1.500 mA

2.000-2.200-2.400 mAh	2,0 A = 2.000 mA

Tension, courant et temps

Pour recharger des accus Ni-MH, la première valeur à imposer est celle de la tension car, si nous avons un accu de 3,6 volts et que nous lui appliquons une tension de 10,8 ou 12 volts par exemple, celui-ci surchauffera de manière exagérée.

La seconde valeur à imposer est celle du courant de charge, qui doit être le plus proche possible de la valeur en mAh indiquée sur l'enveloppe de l'accu.

Comme, sur l'accu, la capacité est toujours exprimée en milliampère/heure et que, sur notre chargeur, le courant est exprimé en ampère, nous conseillons d'utiliser les courants de charge donnés dans le tableau 3.

Si le courant de charge devait être inférieur par rapport à la capacité de l'accu, ne vous en préoccupez pas car le circuit intégré continuera à fournir du courant jusqu'à ce qu'il soit complètement chargé. La dernière valeur à imposer est le temps et, à ce propos, nous vous avons déjà conseillé d'utiliser normalement 1 heure et 30 minutes.

Les temps supérieurs peuvent être utilisés pour recharger en mode lent, un accu Ni-MH, avec un courant plus faible.

Ainsi, si nous avons un accu de 2 000 mAh, nous pouvons le charger avec un courant de 0,5 ampère et durant un temps de 4 heures et 24 minutes.

Note importante

:

Comme le circuit intégré procède à l'interruption du courant de charge dès qu'il détecte que l'accu est complètement chargé, vous ne devez jamais mesurer le courant de charge avec un multimètre car, le circuit intégré détectant une variation de la résistance interne, pourrait interrompre la charge, croyant que l'accu est défectueux.

Répétons qu'il est normal que la température d'un accu en charge atteigne 40 à 50 °C.

Accus au nickel cadmium

Ce chargeur ultra-rapide pour accus Ni-MH peut être utilisé pour charger des accus Ni-Cd également mais il faut préciser, seulement les accus Ni-Cd prévus pour des charges ultra-rapides, que l'on peut facilement identifier, par le marquage visible sur leur corps:

"Fast Charge"

ou

Ni-Cd électrodes frittées

Parmi les caractéristiques de ces accus "Fast Charge", devraient toujours être indiqués le courant maximal ainsi que le temps maximal de charge, comme par exemple :

200 mA durant 3 heures

500 mA durant 4 heures,

etc.

Nous vous rappelons qu'avant de charger un quelconque accu Ni-Cd, il est indispensable de le

décharger complètement pour neutraliser l'effet mémoire (qui n'existe pas sur les accus Ni-MH).

Schéma synoptique du MAX712

Pour pouvoir commencer à monter les premiers exemplaires de ce projet, nous avons acquis une poignée de MAX712, réclamant également à la société MAXIM, quelques données techniques en plus de celles déjà en notre possession, il nous a été conseillé de consulter leur site Internet :

http://www.maxim-ic.com

Là, nous n'avons pourtant pas trouvé les données qui nous auraient été utiles, car notre idée était celle de réaliser un chargeur ultra-rapide universel, adapté à n'importe quelle tension et capacité. Nous avons donc commencé par étudier tous leurs "data-sheet" et, après avoir compris sur quelles broches il était nécessaire d'agir pour modifier la tension, le temps et le courant de charge, nous avons pris le schéma synoptique du circuit intégré reproduit à la figure 1a et, à partir de celui-ci, nous avons réalisé le schéma définitif.

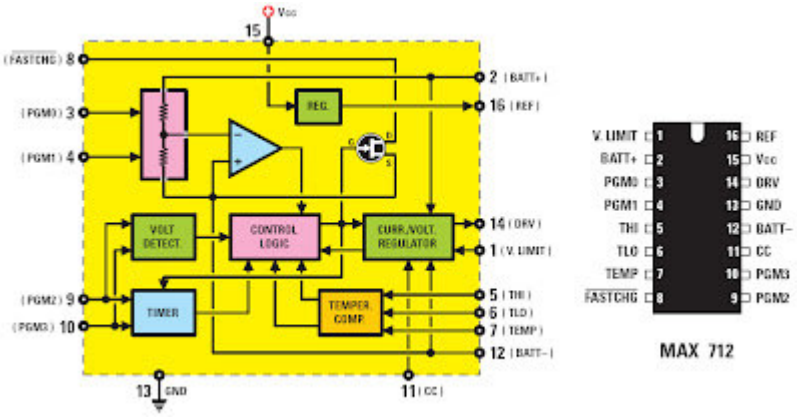

Figure 1 : Schéma synoptique interne du MAX712 utilisé pour réaliser le chargeur d'accus Ni-MH reproduit à la figure 3.
Les pattes 3 et 4, nommées PGM0 et PGM1 servent pour déterminer la tension de sortie (voir tableau 4). Par contre, les pattes 9 et 10 nommées PGM3 et PGM3 servent pour déterminer le temps de charge (voir tableau 5).

Figure 2 : Voici comment se présentent le coffret et le panneau frontal de ce chargeur. En pressant le bouton poussoir de gauche (voir inscription "Select"), on fait varier la tension de sortie, en pressant le poussoir de droite, on fait varier la valeur du temps de charge. Pour modifier le courant de charge, il faut utiliser le commutateur rotatif présent au-dessus des bornes de sortie (Current).

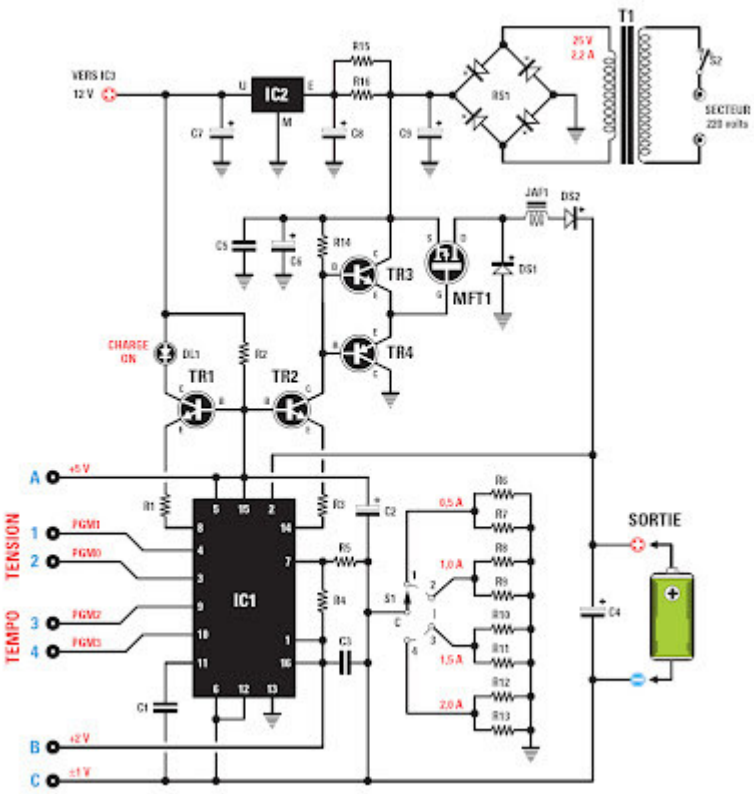

Figure 3a : Schéma électrique de l'étage de base. Les 7 points reportés sur la gauche nommés : A, PGM1, PGM0, PGM2, PGM3, B et C sont reliés au circuit de commutation automatique donné en figure 7.
Les points PGM1 et PGM0 servent pour modifier la valeur de la tension de sortie (voir tableau 4).
Les points PGM2 et PGM3 servent à modifier la valeur du temps de charge (voir tableau 5).

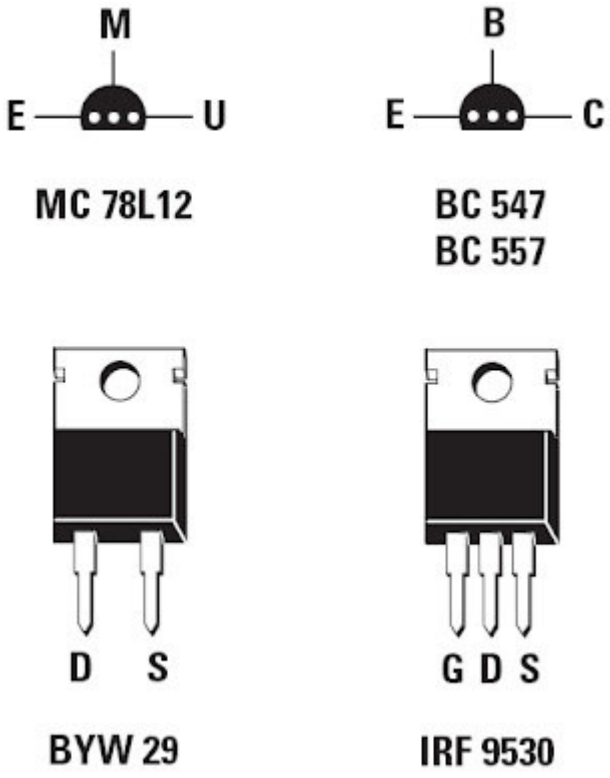

Figure 3b : En haut, brochage du circuit intégré stabilisateur 78L12 et des transistors BC547 et BC557 vu de dessous. En bas, brochage de la diode schottky BYW29 et du MOSFET de puissance IRF9530 vu de face.

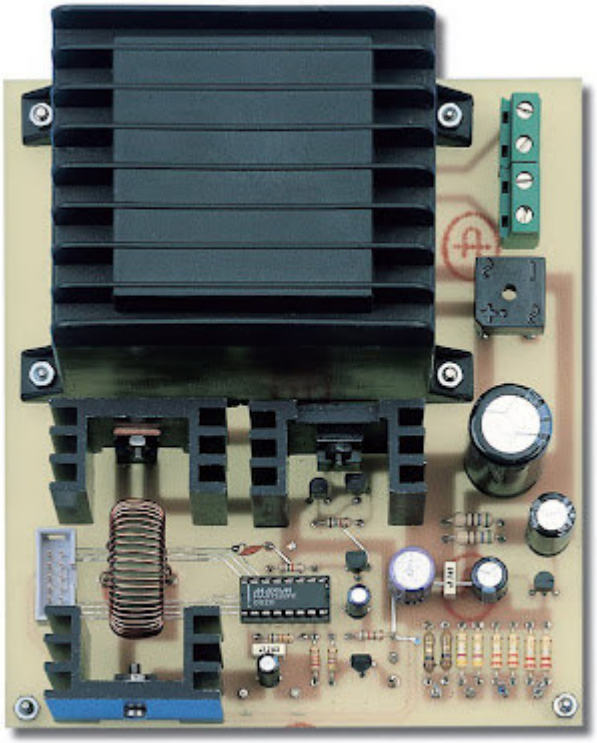

Figure 4 : Photo de l'étage de base avec tous les composants en place (voir figure 11). On peut noter les trois dissipateurs pour les diodes DS1 et DS2 ainsi que pour le MOSFET MFT1. On remarquera également, en bas sur la gauche, le connecteur CONN.1 placé près de l'inductance JAF1.

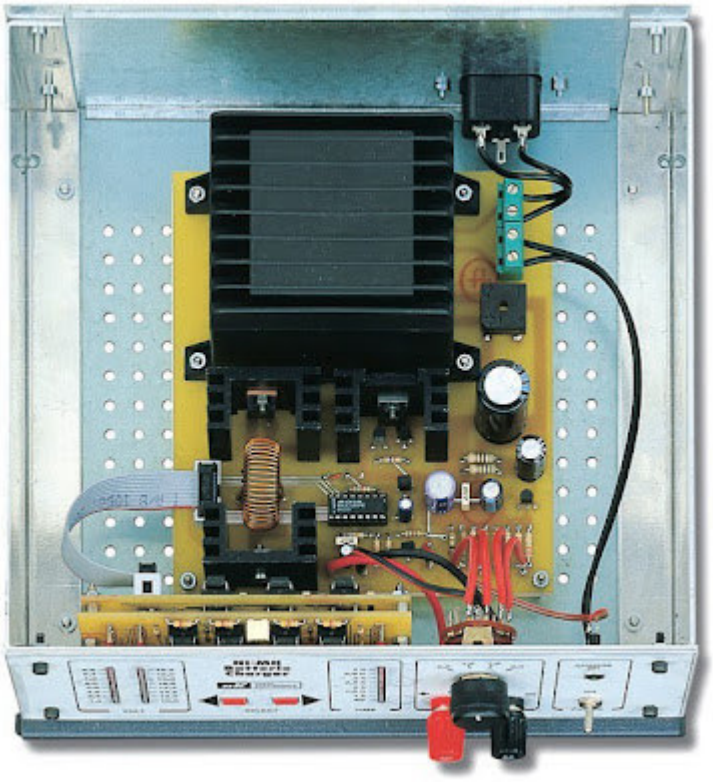

Figure 5 : Sur cette photo, l'étage de base est fixé sur le fond du coffret avec des entretoises métalliques que vous trouverez dans le kit, par contre, l'étage de commutation est fixé sur le panneau frontal (voir figure 18). Notez, sur la gauche, en bas, le câble en nappe qui relie l'étage de base au circuit de commutation.

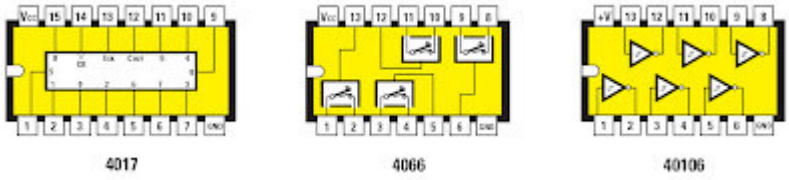

Figure 6 : Brochages, vus de dessus, des circuits intégrés CMOS 4017, 4066 et 40106 utilisés dans l'étage de commutation de la figure 7. Les brochages sont vus en plaçant le repère-détrompeur en forme de U tourné vers la gauche.

Schéma électrique de base

A la figure 3, nous avons reporté le schéma électrique de base, composé du circuit intégré MAX712 (voir IC1) et du circuit switching (alimentation à découpage) composé des transistors TR2, TR3 et TR4 et du MOSFET MFT1 utilisé pour envoyer le courant constant à l'accu.

En tournant le commutateur S1, il est possible de régler le chargeur pour qu'il délivre un courant maximum de 0,5, 1,0, 1,5 ou 2,0 ampères. Rappelons qu'il est recommandé de choisir un courant égal ou inférieur à la capacité en mAh de l'accu.

Ainsi, son enveloppe ne chauffera qu'aux alentours de 35 °C.

En choisissant des courants supérieurs, l'accu pourrait surchauffer à un point tel qu'il ne soit plus possible de poser la main dessus.

Si cela devait arriver accidentellement, nous vous suggérons de le laisser refroidir, pour ensuite le charger avec un courant plus faible.

Lorsque l'accu est en phase de charge, la diode DL1, connectée au collecteur du transistor TR1, s'allume.

TABLEAU 4 : Réglage de la tension de charge.

tension accu	nombre d'éléments	PGM1 broche 4	PGM0 broche 3
1,2 volt	1 él.	A	A
2,4 volts	2 él.	=	A
3,6 volts	3 él.	B	A
4,8 volts	4 él.	C	A
6,0 volts	5 él.	A	=
7,2 volts	6 él.	=	=
8,4 volts	7 él.	B	=
9,6 volts	8 él.	C	=
10,8 volts	9 él.	A	B
12,0 volts	10 él.	=	B
13,2 volts	11 él.	B	B
14,4 volts	12 él.	C	B
15,6 volts	13 él.	A	C
16,8 volts	14 él.	=	C
18,0 volts	15 él.	B	C
19,2 volts	16 él.	C	C

Lorsque l'accu est complètement chargé, cette diode s'éteint et le circuit intégré IC1 interrompt immédiatement le courant présent sur les bornes de sortie.

Si nous laissons l'accu chargé relié au chargeur, IC1 continuera de fournir un faible courant de maintien.
Ainsi, lorsque l'accu sera déconnecté, même après plusieurs jours, il sera toujours parfaitement chargé.
Les courant de charge de 0,5, 1,0, 1,5 ou 2,0 ampères, sélectionnables à l'aide du commutateur S1 sont des courants standards, utilisés pour recharger presque tous les types d'accus Ni-MH. Il n'est donc pas conseillé de les modifier car, même en choisissant un courant plus faible, le circuit intégré IC1 procédera à une augmentation automatique du temps de charge.
Pour les accus Ni-Cd à charge rapide uniquement, il est conseillé de choisir un courant qui ne dépasse jamais 1/3 de leur capacité en mAh.
Donc, si nous avons un accu Ni-Cd de 220 mAh, nous devons le charger avec un courant de :

220 : 3 = 74 milliampères.

Si nous avons un accu Ni-Cd de 600 mAh, nous devons le charger avec un courant de :

600 : 3 = 200 milliampères.

Et si nous avons un accu Ni-Cd de 1 500 mAh, nous devons le charger avec un courant de :

1 500 : 3 = 500 milliampères.

Ce qui correspond à 0,5 ampère.
Pour calculer la valeur de la résistance à placer sur le commutateur S1 pour modifier le courant de charge, on peut utiliser la formule suivante :

Ohm = 250 : milliampères.

Ainsi, pour obtenir un courant de 74 milliampères, nous devons utiliser une résistance de :

250 : 74 = 3,378 ohms.

Dans ce cas, nous pouvons tranquillement nous servir d'une seule résistance de 3,3 ohms ou bien en connecter deux en parallèle de 6,8 ohms.
Pour obtenir un courant de 200 milliampères, nous devons utiliser une résistance d'une valeur de :

250 : 200 = 1,25 ohm.

Comme cette valeur n'est pas standard, nous pouvons utiliser une résistance de 1,2 ohm, sans trop nous préoccuper si nous obtenons un courant de 208 mA au lieu des 200 mA requis!
Pour obtenir, dans notre chargeur, un courant de 0,5 ampère, nous avons connecté en parallèle deux résistances de 1 ohm 1/2 watt (voir R6 et R7) de façon à obtenir une valeur de 0,5 ohm.
Pour obtenir un courant de 1,0 ampère, nous avons connecté en parallèle deux résistances de 0,47 ohm 1/2 watt (voir R8 et R9) de façon à obtenir une valeur de 0,235 ohm.
Pour obtenir 1,5 ampère, nous avons connecté en parallèle deux résistances de 0,33 ohm 1/2 watt (voir R10 et R11) de façon à obtenir une valeur de 0,165 ohm.
Pour obtenir un courant de 2,0 ampères, nous avons connecté en parallèle deux résistances de 0,22 ohm 1/2 watt (voir R12 et R13) de façon à obtenir une valeur de 0,11 ohm.
Avec une valeur ohmique de 0,11 ohm, en théorie, nous devrions obtenir un courant de 2,272

ampères.

250 : 0,11 = 2 272 mA.

Mais, comme vous pouvez le noter, soit sur le commutateur S1 du schéma électrique, soit sur la face avant du coffret, nous avons indiqué une valeur de courant de 2,0 ampères, parce que les fils de câblage introduisent toujours quelques fractions d'ohm.

Schéma électrique des commutations

Dans le circuit de base de la figure 3, il est possible de modifier le courant de charge à l'aide du commutateur S1 mais, en plus de ce paramètre, le circuit intégré doit "connaître" le nombre d'éléments qui composent l'accu à charger, de manière à réguler la tension et le temps.

Dans le schéma électrique de la figure 7 est reproduit le schéma des commutations des tensions et des temps, ainsi que celui de la visualisation, qui n'utilise pas moins de 24 diodes LED.

Pour régler la tension de charge, il suffit simplement de relier les pattes PGM1 et PGM0 aux points A, B et C, comme cela est indiqué dans le tableau 4.

Il faut indiquer que, dans le schéma de base de la figure 3, les pattes PGM1, PGM0, A, B et C sont placées sur la gauche du circuit intégré IC1.

Par contre, sur le schéma électrique des commutations de la figure 7, ces pattes sont placées sur la droite.

Comme il est impossible de trouver un commutateur mécanique en mesure d'effectuer toutes ces combinaisons et dans le même temps d'allumer les LED placées sur le panneau avant du coffret (voir les deux découpes des tensions), pour résoudre ce problème, nous avons utilisé le poussoir P1, deux compteurs type 4017 reliés en série (voir IC4 et IC5), cinq inverseurs type 40106 (voir IC3) et deux commutateurs électroniques 4066 (voir IC9 et IC10).

Lorsque les pattes de sortie 3, 2, 4 et 7 des deux commutateurs IC4 et IC5 passeront au niveau logique 1, elles permettront d'exciter les pattes 5, 12 et 13 des trois commutateurs présents dans le circuit IC9 et les pattes 5, 12 et 13 des trois commutateurs présents dans IC10 et même d'allumer automatiquement, grâce aux inverseurs IC3/B à IC3E, une diode LED de la tension de charge (voir de DL2 à DL17).

Pour régler les temps de charge, il est nécessaire de relier les pattes PGM3 et PGM2 aux points A, B et C, comme cela est indiqué dans le tableau 5.

De façon identique, pour la fonction "Time", nécessaire pour effectuer les quelques combinaisons reportées dans le tableau 5 et dans le même temps pour allumer les LED placées sur le panneau avant du coffret (voir la découpe des temps), nous avons utilisé le poussoir P2, deux compteurs type 4017 reliés en série (voir IC6 et IC7), six inverseurs type 40106 (voir IC8) et deux commutateurs électroniques 4066 (voir IC10 et IC11).

Lorsque les pattes de sortie 3 et 2 d'IC6 et les pattes 3, 2, 4 et 7 d'IC7 passeront au niveau logique 1, elles permettront d'exciter les pattes 6, 5, 12 et 13 des commutateurs présents dans les deux circuits intégrés IC10 et IC11 et automatiquement, à allumer, par l'intermédiaire des inverseurs IC8/C à IC8/F, une diode LED des temps (voir DL18 à DL25).

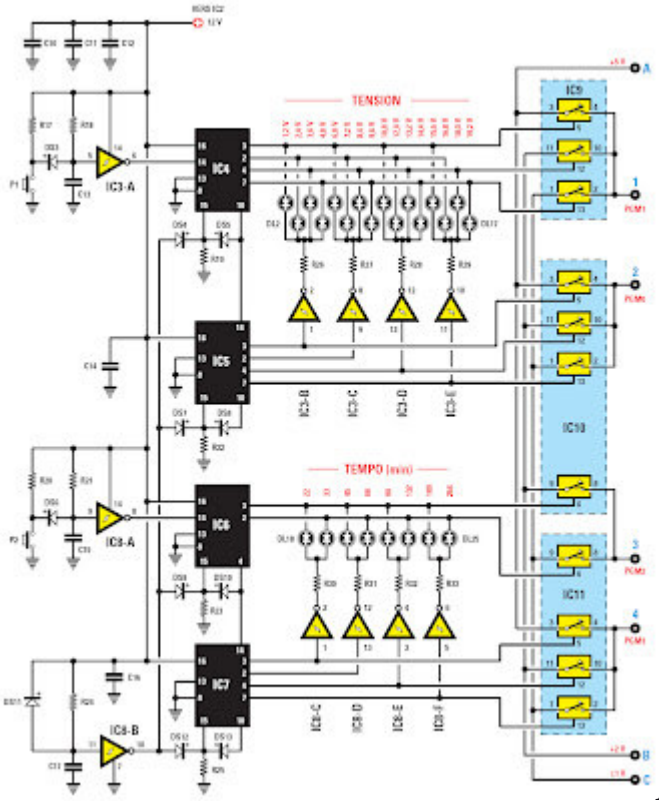

Figure 7 : Schéma électrique de l'étage de commutation.

Les circuits intégrés IC4 et IC5 sont utilisés par les diodes LED des tensions. Les circuits intégrés IC6 et IC7 sont destinés à commander l'allumage des diodes LED des temps.

Les circuits intégrés IC9, IC10 et IC11 (commutateurs 4066) sont utilisés pour connecter à A, B et C, les sorties PGM0, PGM1, PGM2 et PGM3 du MAX712 (voir figure 3).

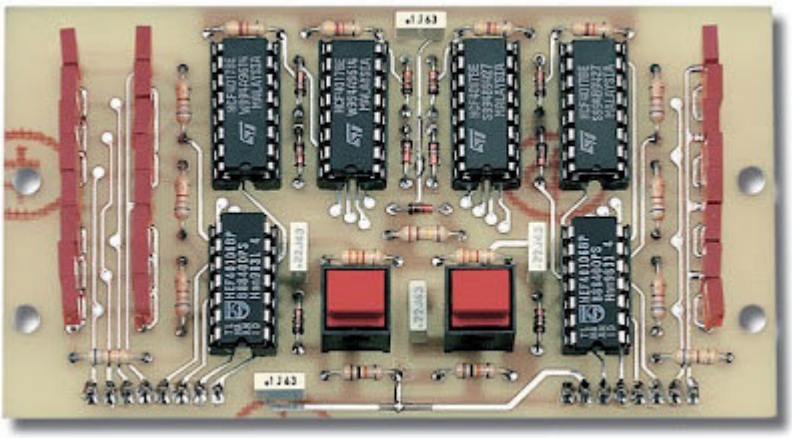

Figure 8 : Photo de l'étage de visualisation.

Le schéma d'implantation des composants est donné en figure 16.

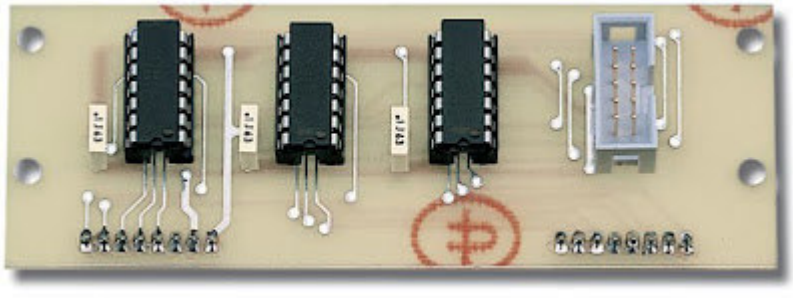

Figure 9 : Photo de l'étage de commutation.

Le schéma d'implantation des composants est donné en figure 15.

TABLEAU 5 : Réglage du temps de charge.

temps en heure	temps en minute	PGM3 broche 10	PGM2 broche 9
0	22	A	B
0	33	A	C
0	45	=	B
1	06	=	C
1	30	B	B
2	12	B	C
3	00	C	B
4	24	C	C

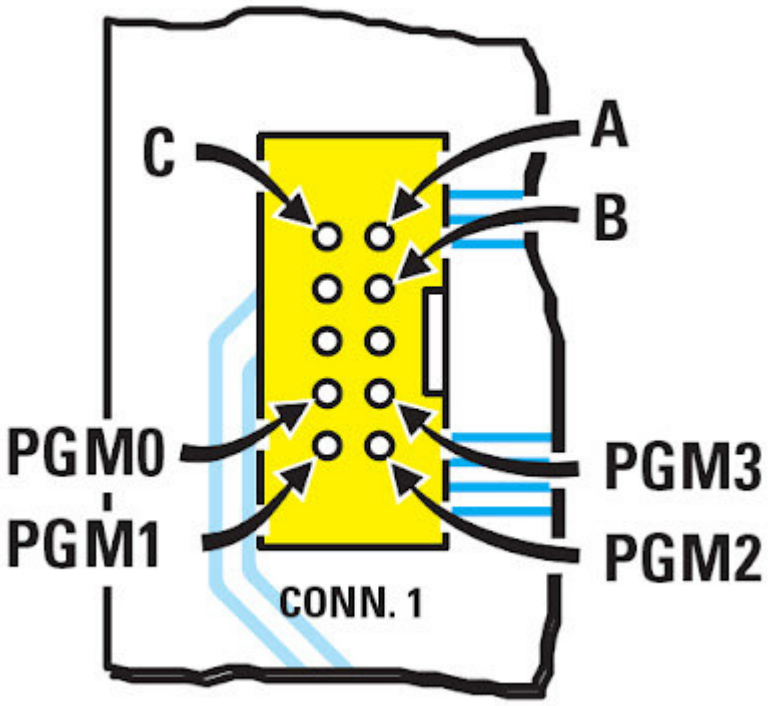

Figure 10 : Sur le connecteur COMM.1 pour câble en nappe, placé sur la gauche de l'inductance JAF1 (voir figure 11), se trouvent les sept sorties des signaux du circuit intégré MAX712. Une nappe permet de relier ce connecteur avec celui reporté à la figure 15 et également nommé COMM.1.